



## Método da eletrorresistividade e da polarização induzida no domínio do tempo para prospecção depósitos auríferos da Baixada Cuiabana, na Fazenda São Bento, Poconé – MT

Gabriel Neves de Oliveira Samsoniuk\*([gabriel.samsoniuk@gmail.com](mailto:gabriel.samsoniuk@gmail.com)), Robson Antunes Ramos, Giovanni Augusto Câmara Santoro, André Calazans Evelim Coelho, Eduardo Xavier Seimetz, Pedro Vencovsky Nogueira

Copyright 2017, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 15<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, 31 July to 3 August, 2017.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 15<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

### Abstract

This work has as main objective the application of the geoelectrical methods of electroresistance (ER) and induced polarization (IP) to identify auriferous deposits in the region of Baixada Cuiabana. Three ER and IP lines were carried out at Fazenda São Bento, located in Poconé in Baixada Cuiabana, but only one will be presented in this work. The gold of this region is associated with fractures orthogonal to the main shear, whose approximate direction is N20-40E. The resistivity and induced polarization data were acquired according to the electric path technique, using the dipole-dipole arrangement and spacing of 10 m between electrodes. It was possible to identify the geological structures as contacts between layers, fractures and possible mineralized zones. The dipole-dipole arrangement proved to be quite effective for identifying vertical structures.

### Introdução

A área de estudo, Figura 1, está localizada no Grupo Cuiabá e é conhecida como importante polo aurífero do Estado do Mato Grosso. São comuns depósitos de ouro encaixados no metamorfismo de baixo grau (xisto verde), em que os litotipos predominantes são filitos contendo intercalações de quartzitos, metarenitos, metaconglomerados (Calachibete, 2016). Essa sequência metamórfica evidencia controle litológico estrutural caracterizado por zonas de cisalhamento acompanhadas de fluidos hidrotermais, cuja alteração é caracterizada pela presença de sulfetos, carbonatos e veios de quartzo auríferos que preenchem as fraturas formadas perpendicularmente ao cisalhamento. (Tokashiki, 2008; Silva, 2002).

As mineralizações de ouro da Baixada Cuiabana, segundo Calachibete 2016, ocorrem em feições estruturais de transcorrência na direção aproximada N20-40E e em fraturas ortogonais. As maiores evidências de lavra ocorrem ao longo das fraturas e em algumas regiões do alinhamento principal, no cisalhamento. Estas informações podem ser vistas em outros estudos feitos na região, por exemplo, Alvarenga (1990), Silva (1999) e de Barbosa (2008).

Localmente, encontra-se desde garimpeiros, com técnicas elementares de extração de ouro até pequenas

empresas privadas que se estabeleceram e levaram técnicas de prospecção e exploração mais efetivas. Dentre elas, as técnicas geofísicas, como os métodos geoeletricos para prospecção. Por exemplo, a técnica de resistividade, polarização induzida nos domínios do tempo e da frequência.

A resistividade elétrica é um dos principais e mais antigos métodos geofísicos de prospecção mineral. O método tem o princípio na determinação da resistividade elétrica dos materiais em subsuperfície (Braga, 2007) a fim de determinar sua distribuição, a partir de medidas em superfície (Loke, 2004).

A polarização induzida (IP) é, também, um método geoeletrico. Tem seu princípio no decaimento gradual do campo elétrico após o desligamento da fonte de corrente elétrica.

Tanto para resistividade elétrica quanto para polarização induzida, são dispostos quatro eletros no solo, sendo um par para circuito de corrente e outro para aferição do potencial. Os eletros podem ser dispostos sob qualquer configuração. A escolha do melhor arranjo depende do tipo de estrutura a ser mapeada, do resistivímetro e do nível de ruído de fundo (Calachibete, 2016; Loke, 2004).

O arranjo dipolo-dipolo tem bons efeitos de anomalia, porém baixa razão sinal ruído quando comparado com os outros arranjos. Dahlin (2004) e Loke (2004) indicam o arranjo dipolo-dipolo para identificação de estruturas verticais, como diques e fraturas, pois apresenta boa sensibilidade a mudanças horizontais de resistividade. O arranjo dipolo-dipolo é bastante utilizado nas aquisições de eletrorresistividade e IP por conta do baixo acoplamento eletromagnético entre os circuitos de corrente e potencial (Loke, 2004). Portanto, o arranjo utilizado foi o dipolo-dipolo.

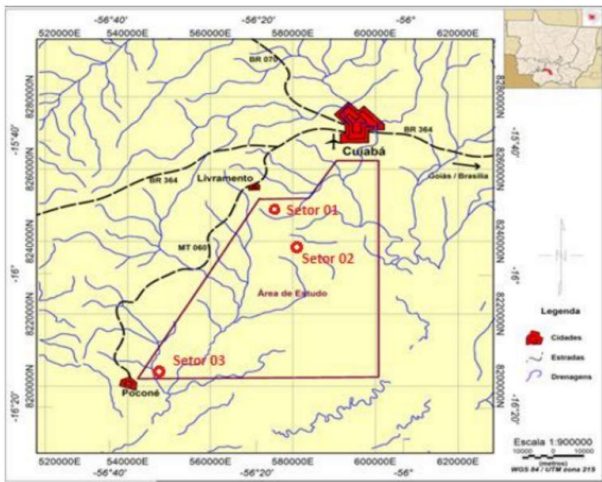


Figura 1 – Área de estudo mostrada pelo círculo vermelho "Setor 03" mais próximo da cidade de Poconé.

### Teoria e Metodologia

Telford (1990) define a resistividade como a medida da dificuldade que a corrente elétrica encontra para sua passagem em um dado material, parâmetro físico mensurado em Ohm vezes unidade de comprimento, usualmente ( $\Omega \cdot m$ ).

Os valores de resistividade elétrica são influenciados por diversos fatores, como exemplo, porosidade, saturação de água, argilosidade, tipos de minerais presentes nas rochas, presença de sulfetos.

O princípio por trás é no fato de que a distribuição do potencial elétrico gerado em subsuperfície é função das resistividades elétricas dos materiais que fazem parte do meio investigado (Ward, 1990).

A eletrorresistividade é um método prático, de baixo custo e tempo de aquisição reduzido, possui diversos campos de atuação como: mineração, geotecnia, estudos ambientais e hidrogeologia (Calachibete, 2016)

Para o levantamento IP, as técnicas são as mesmas para resistividade. Contudo, os dados trazem uma informação a mais, conhecida como cargabilidade, que é dada, usualmente em milivolt por volt (mV/V) ou em milissegundos (Loke, 2004).

Segundo Loke (2004), o efeito IP é causado por dois mecanismos, o de polarização de membrana e o de eletrodo. O primeiro é causado por minerais argilosos presentes nas rochas e sedimentos, efeito relativamente interessante para geotecnia. O segundo, polarização de eletrodo, é causada por minerais condutivos presentes nas rochas.

Sumner (1976), diz que a quantidade de mineralização e a resposta IP é uma situação difícil de relacionar. Porém, o método tem a vantagem de detectar até pequenas quantidades de minerais metálicos, mesmo que estas quantidades sejam pequenas. Em seu livro, diz que bastam 5% de metal disseminado para a polarização de eletrodo sés identificada como sendo uma anomalia IP.

O método da resistividade e de IP foram adquiridos com arranjo dipolo-dipolo, com 4 segundos de injeção de corrente a 800 V.

Os dados de eletrorresistividade e polarização induzida foram filtrados no software Prosys II e posteriormente modelados no RES2DINV. Os dados de resistividade que apresentaram valores maiores que  $15000\Omega$  foram descartados, pois elevam a valores muito altos de "background". Outra filtragem realizada foi nos dados de cargabilidade, analisando cada um das curvas de decaimento do potencial. Segundo Sumner (1976) o decaimento da curva de potencial tem que ser exponencial no momento que a fonte geradora de corrente é desligada. Portanto curvas diferentes da mostrada na Figura 2 foram descartadas.

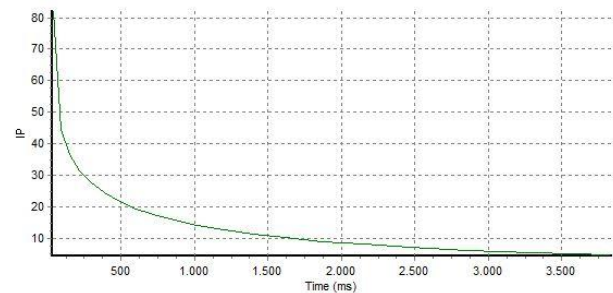


Figura 2 – Curva de decaimento do potencial após a fonte de corrente ser cortada.

Para esta etapa, o objetivo é a representação em imagem da distribuição da resistividade sob a superfície a partir dos dados de obtidos em campo. Este "imageamento" é possível graças à inversão.

No RES2DINV, o primeiro passo é verificar os pontos ruins dos dados causados por ruídos sistemáticos. Para isso é necessário acessar a ferramenta "Remove bad data points" e selecionar com o "mouse" os dados a serem deletados, Figura 3. Em seguida os próximos ruídos a serem removidos são os aleatórios e para isso basta acessar a ferramenta "RMS error statistics" (Figura 4) em que mostra a distribuição em porcentagem da diferença entre a seção da resistividade aparente calculada e medida (Loke, 2004). As barras mais a esquerda tem menos quantidade de erros, ao passo que ao se aproximarem da direita o erro aumenta. Erros maiores que 100% podem ser eliminados.

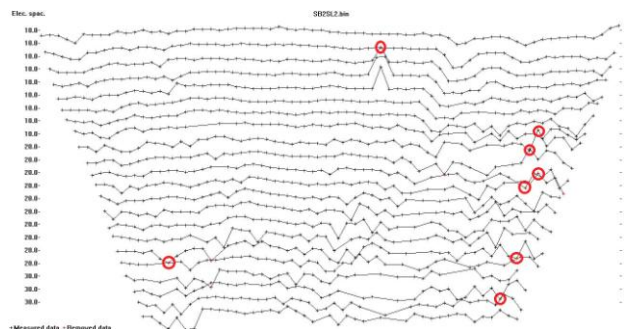


Figura 3 – Os círculos em vermelho indicam ruídos sistemáticos.

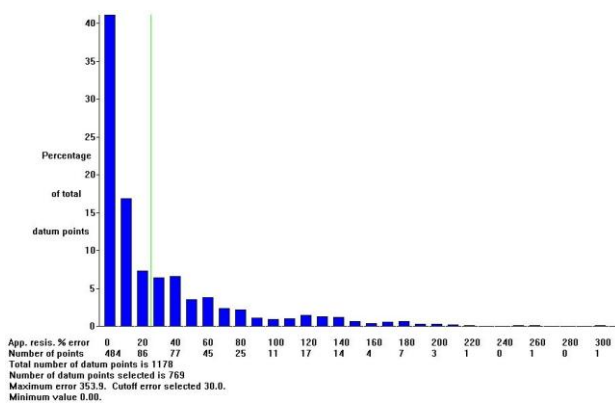


Figura 4 – Distribuição do erro (RMS) entre as medidas de resistividade aparente e calculada.

Os modelos no RES2DINV foram gerados a partir de inversão robusta, com exagero vertical de 2.0 pela técnica dos mínimos quadrados.

## Resultados

As seções de resistividade e polarização induzida, Figura 5, foram obtidas por cinco interações e com erro absoluto de 5,2 % para resistividade e para polarização induzida de 2 %. Com valores de resistividade da seção variando de 20 a 3600  $\Omega\cdot m$  e os de cargabilidade entre 1 e 40 mV/V. Figura 5

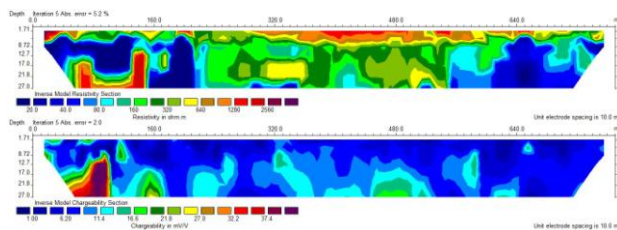


Figura 5 – Seções de resistividade e cargabilidade.

Os modelos de resistividade são utilizados para identificar estruturas em subsuperfície como camadas e seus contatos. Com o arranjo dipolo-dipolo e tempo de injeção de 4 segundos foi possível interpretar o perfil e gerar um modelo de subsuperfície.

O modelo de cargabilidade obtidos com o método da polarização induzida se mostrou restrita a apenas algumas zonas. Os valores de “background” não passaram de 20 mV/V.

As imagens da Figura 5 foram interpretadas levando em consideração valores de resistividade e cargabilidade supracitados. Os resultados são mostrados na Figura 6.

O modelo geológico, apresentado na Figura 7, mostra uma camada (laraja), de solo, metarenito com até de 10 m de espessura. A segunda camada menos resistiva, é considerada um filito sericítico, com espessura de sete metros e a camada mais profunda é de filito carbonoso mais condutivo que a camada anterior (Calachibete, 2016). Além das camadas foram identificadas possíveis zonas de fratura, indicadas com o a linha tracejada. Essas estruturas são compatíveis com os valores elevados de cargabilidade, que indicam ocorrência de veios de quartzo sulfetados (Figura 6).

## Conclusões

A análise conjunta dos resultados obtidos com a resistividade elétrica e polarização induzida possibilitou a caracterização das estruturas investigadas.

Foi possível identificar, a partir do método da eletrorresistividade, estruturas verticais com valores elevados, algumas com até 1280  $\Omega\cdot m$  e outras menos resistivas de 80  $\Omega\cdot m$ . podem indicar veios de quartzo maciços sem porosidade e outras veios mais interperizados e saturados por água.

As respostas de IP no domínio do tempo obtidas com o arranjo dipolo-dipolo e espaçamento de 10 m e se mostrou adequado para determinar fraturas possivelmente mineralizadas.

Integrando os dois métodos geofísicos, foi possível identificar quatro possíveis depósitos auríferos, além de visualizar bem as estruturas geológicas descritas no decorrer do texto.

## Referências

BARBOZA, E. S. 2008. Gênese e controle estrutural das mineralizações Auríferas do Grupo Cuiabá, na Província Cuiabá - Poconé, centro Sul do Estado de Mato Grosso – Brasil. Tese (Doutorado) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2008.

ALVARENGA C.J.S. 1990. *Phénomènes sédimentaires, structuraux et circulation de fluides développés à la transition Chaîne-Craton: Exemple de la Chaîne Paragui d'âge proterozoïque supérieur, Mato Grosso, Brésil*. These Doc. Sci. Univ. d'Áix Marseille, Marseille, 177 p.

Tokashiki C.C., Saes G.S. 2008. Revisão estratigráfica e faciológica do Grupo Cuiabá no alinhamento Cangas-Poconé, Baixada Cuiabana, Mato Grosso. *Revista Brasileira de Geociências*, 38(4):661-675.

SILVA C. H.; SIMÕES L. S. A.; RUIZ A.S. Caracterização estrutural dos veios auríferos da região de Cuiabá, MT. *Revista Brasileira de Geociências*, 32:407-418. 2002.

CALACHIBETE, C. 2016. Caracterização litogeofísica por métodos geoelétricos na região da Baixada Cuiabana - *Trend Pirizal* - Bento Gomes. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília, 2016.

LOKE, M. H. 2004. *Tutorial: 2-D and 3-D electrical imaging surveys*. Penang, Malaysia, Universiti Sains Malaysia. Notas de curso não publicadas, <http://www.geotomo.com>.

Dahlin, T., & Zhou, B. (2004). *A numerical comparison of 2D resistivity imaging with 10 electrode arrays*. *Geophysical prospecting*, 52(5), 379-398.

WARD, O. S. H., 1990. *Resistivity and induced polarization methods. Geotechnical and environmental geophysics, Volume 1: Reviw and tutorial*. Society of Exploration Geophysics, Tulsa, OK, p. 147-189.

Sumner, J. S. (1976). *Principles of induced polarization for geophysical exploration (Vol. 5)*. Elsevier Scientific Publishing Company. Amsterdam, The Netherlands.

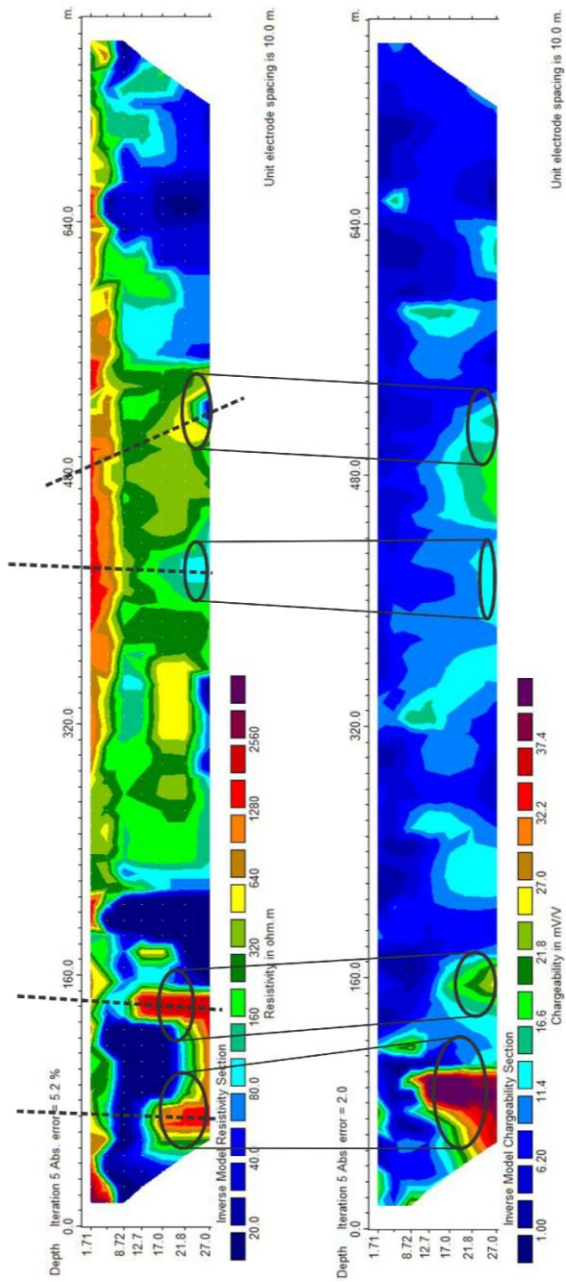


Figura 6 – Pseudoseções de eletrorresistividade e polarização induzida interpretadas segundo o contexto geológico.

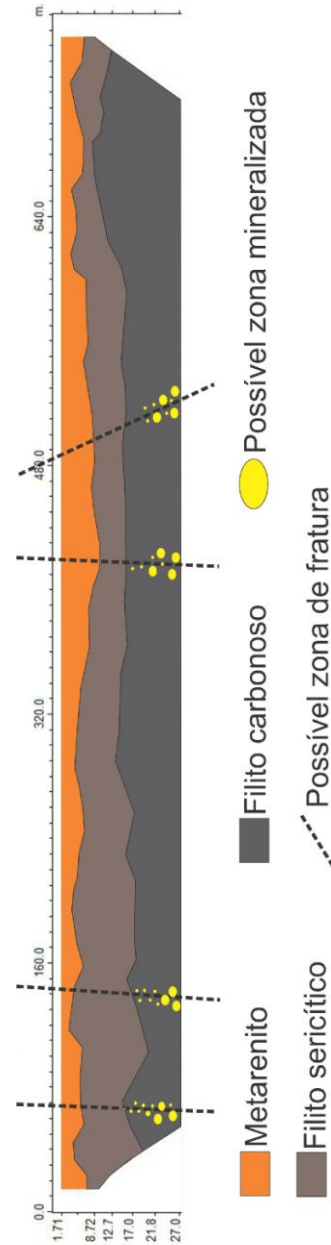


Figura 7 – Modelo geológico interpretado segundo a geologia da região e as pseudoseções de eletrorresistividade e cargaabilidade